

**ЭЛЕКТРОНИКА, РАДИОФИЗИКА, РАДИОТЕХНИКА, ИНФОРМАТИКА**

УДК 621.315.6

**КОНСТРУКЦИИ УСТРОЙСТВ ЗАЩИТЫ ОРГАНИЗМА ЧЕЛОВЕКА  
ОТ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ**

Т.В. БОРБОТЬКО

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники  
П. Бровка, 6, Минск, 220013, Беларусь**Поступила в редакцию 22 декабря 2011*

Разработаны конструкции устройств защиты человека от электромагнитных излучений на основе капиллярно-пористых и порошкообразных материалов. Показана возможность их использования для снижения электромагнитных излучений оборудования сотовой связи и персональных компьютеров.

*Ключевые слова:* устройство защиты, электромагнитное излучение.

**Введение**

Эволюция человека происходила при непосредственном воздействии на него естественных источников электромагнитных полей (ЭМП): таких как Земля, Солнце, звезды, и т.д., вследствие чего он адаптировался к данным электромагнитным излучениям (ЭМИ). Однако сравнительно недавно появились технические средства, которые являются источниками ЭМИ, относящиеся к антропогенным, и основными их особенностями являются более высокая мощность излучения вследствие близкой расположенности к человеку, сложный спектральный состав, высокая частотная и фазовая стабильность, означающая высокую концентрацию энергии в очень узких областях спектра. Воздействие таких ЭМИ приводит, как правило, к различного рода заболеваниям человека.

Работа средств вычислительной техники сопровождается ЭМИ, которые воздействуют на окружающие объекты и в первую очередь на пользователя. Основными составляющими частями персонального компьютера (ПК) являются: системный блок и периферийные устройства (клавиатура, дисковые накопители, принтер, сканер, и т.д.). Каждый персональный компьютер включает средство визуального отображения информации – дисплей. В его основе находится устройство на базе электронно-лучевой трубки (ЭЛТ) или жидкокристаллического индикатора (ЖКИ). Персональные компьютеры часто оснащают сетевыми фильтрами, источниками бесперебойного питания и другим электрооборудованием. Все эти элементы при работе формируют сложную электромагнитную обстановку на рабочем месте пользователя.

Образующийся на экранах электростатический потенциал и вызванная им концентрация положительных ионов и заряженных частиц пыли в зоне между пользователем и дисплеем приводят при продолжительной работе к нарушениям физиологических процессов и заболеваниям. Вокруг действующих дисплеев и персональных компьютеров возникают низкочастотные и высокочастотные электромагнитные поля. Эргономические параметры определяются характеристиками яркости, контрастности изображения, режимами работы пользователя ПК и т.д.

Целью настоящей работы являлась разработка технических средств защиты организма человека от ЭМИ систем сотовой связи и средств вычислительной техники, выполняемых на основе влагосодержащих и композиционных материалов.

## Конструкции устройств защиты от ЭМИ оборудования сотовой связи

Наибольшую обеспокоенность на сегодняшний день вызывают системы сотовой связи. Основными излучающими ЭМП устройствами являются абонентский терминал (сотовый телефон) и базовая станция. Снижение уровней ЭМИ, воздействующих на человека при нахождении его вблизи данных устройств, является сложной научной проблемой. Использование устройств защиты для подавления ЭМИ сотового телефона, воздействующего на человека, должно выполняться с учетом следующих принципов.

1. Сохранение диаграммы направленности сотового телефона.
2. Сохранение затухания в канале связи в пределах нормы.

Невыполнение первого принципа приведет к перераспределению энергии ЭМВ в пространстве и, возможно, к чрезмерному облучению человека, использующего совместно такое устройство «защиты» и сотовый телефон. Данный эффект, как правило, наблюдается при использовании исключительно металлических материалов в качестве экранов ЭМИ [1]. Применение таких материалов приводит к выступлению их в роли рефлектора антенной системы сотового телефона. Внесение затухания в канал связи между сотовым телефоном и базовой станцией сотовой связи за счет использования устройства защиты приведет к увеличению мощности излучения последнего.

Разработан чехол для защиты биологических объектов от электромагнитного воздействия мобильных малогабаритных приемопередающих устройств (рис. 1,а), содержащий основу из пластмассы с полым внутренним пространством (1), которое заполнено материалом, пропитанным жидкостным растворным наполнителем на основе воды (2) и приспособление для крепления (3). Рабочий диапазон частот защитного устройства 400 МГц...115 ГГц.

Повышение эффективности подавления прямой электромагнитной волны (ЭМВ) может быть обеспечено за счет введения между слоями влагосодержащего материала (1, 3) металлической фольги (2) (рис. 1,а) или порошкообразного шунгита (2) (рис. 1,б). В данном случае стабильность влагосодержания обеспечивается за счет герметизации конструкции (4). Крепление конструкции выполняется на поясе пользователя с помощью специальных элементов (5).

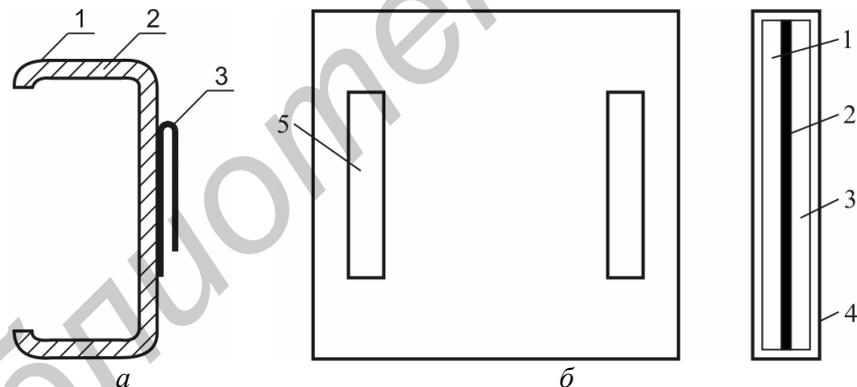


Рис. 1. Схематическое изображение устройств защиты человека от ЭМИ сотовых телефонов

Для защиты человека от ЭМИ сотового телефона разработано устройство, имеющее многослойную конструкцию, первым слоем которой является влагосодержащий материал (1), покрытый герметиком (3), а в качестве второго слоя используется металлическая сетка (2) с размером ячейки 0,1...0,125 мм (см. рис. 2). Вся конструкция помещается в корпус (4). Для прохождения через нее речевого сигнала в центре конструкции выполнено отверстие, которое перекрывает металлическая сетка для исключения проникновения ЭМИ через данное отверстие. Устройство закрепляется на сотовом телефоне напротив динамика таким образом, что влагосодержащий материал обращен к телефону.

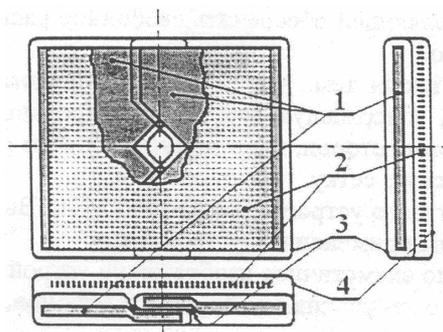


Рис. 2. Схематичное изображение устройства защиты человека от ЭМИ сотовых телефонов

Повышение эффективности подавления ЭМВ сотового телефона может быть обеспечено за счет увеличения геометрических размеров устройства защиты как минимум до размеров самого сотового телефона. Использование таких устройств в процессе сеанса связи является несколько неудобным ввиду того, что оно закрывает дисплей и клавиатуру телефона, в соответствии с чем существует необходимость его снимать во время набора номера.

Разработана конструкция устройства защиты, исключающая данный недостаток за счет размещения на задней панели защитного устройства телефона и микрофона, которые подключаются к сотовому телефону через разъем гарнитуры «hands-free» посредством штекера.

Предложены конструкция устройства защиты, обеспечивающая подавление ЭМВ сотового телефона, распространяющейся в сторону пользователя. Ее основу составляет защитный модуль, выполненный из двухслойного влагосодержащего материала, между слоями которого размещена фольга и вся конструкция (толщина до 5 мм) помещена в герметичный корпус, что позволяет обеспечить ослабление ЭМИ до 30 дБ в диапазоне частот 0,3...120 ГГц.

Линейный размер модуля выбирается кратным длине волны сотового телефона. Данный материал может размещаться в чехлах сотовых телефонов. Использование таких устройств защиты предполагает во время сеанса связи применение проводной гарнитуры hands-free совместно с сотовым телефоном. В разработанных устройствах модуль защиты находится между человеком и телефоном, что позволяет блокировать ЭМВ, распространяющуюся в сторону пользователя, сохраняя практически неизменной диаграмму направленности сотового телефона и не внося затухание в канал связи [2, 3].

Базовые станции систем сотовой связи являются мощным источником ЭМИ, интенсивность зависит от их загруженности, которая в течение суток неравномерна. Основным путем проникновения ЭМП базовой станции сотовой связи – оконные проемы помещения. Таким образом, ЭМВ проходит в помещение, практически не ослабляясь. Для снижения уровня ЭМИ, распространяющегося через оконные проемы, разработана конструкция оптически прозрачного экрана ЭМИ, выполненного на основе сотового поликарбоната с жидкостным наполнителем (см. рис. 3). Разработанная конструкция экрана (толщина не более 1 см) обеспечивает ослабление ЭМИ до 15...30 дБ в диапазоне частот 0,3...120 ГГц.

### Конструкции устройств защиты от ЭМИ персональных компьютеров

Для снижения уровня ЭМИ дисплеев ПК, выполненных на основе ЭЛТ или ЖКИ, разработана оптически прозрачная конструкция экрана ЭМИ (см. рис. 4). Устройство защиты состоит из стеклопакета с линейными размерами до 1000x1000 мм, заполненного жидким растворным наполнителем на основе воды, в состав которого входят ПАВ, за счет которых увеличивается смачиваемость поверхности стеклопакета (вследствие чего исключается адсорбция воздуха по объему растворного наполнителя) и высокомолекулярные спирты, позволяющие сместить точку замерзания растворного наполнителя ниже отметки  $-50^{\circ}\text{C}$ .

Наличие сквозных отверстий капиллярного диаметра в винтах, закрывающих отверстия для заполнения устройства растворным наполнителем, позволяет уравнивать давления окружающей среды и внутри устройства в процессе его эксплуатации при температурах до  $+50^{\circ}\text{C}$ . Устройство обеспечивает ослабление электромагнитной энергии до 5...20 дБ по мощности в диапазоне частот 0,05...10 ГГц. Снижение яркости дисплея при использовании разработанной конструкции экрана составляет не более 2%.

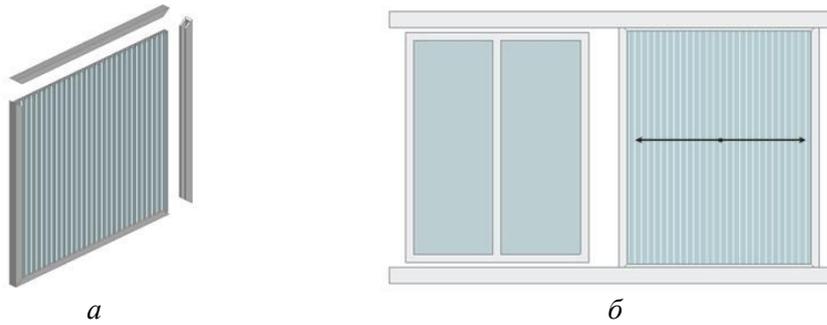


Рис. 3. Конструкция экрана для защиты помещений от ЭМИ базовых станций сотовой связи: *а* – схематичное изображение влагозаполненного экрана ЭМИ; *б* – вариант монтажа экрана ЭМИ на оконном проеме

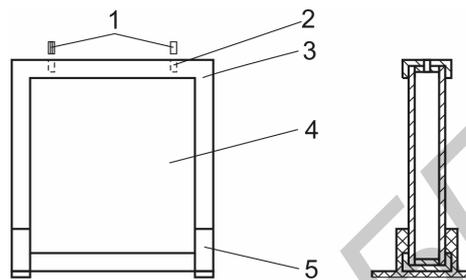


Рис. 4. Схематичное изображение устройства защиты от ЭМИ дисплеев персональных компьютеров: 1 – винт со сквозным отверстием; 2 – отверстие; 3 – рама; 4 – стеклопакет; 5 – основание

Использование металлических материалов в конструкциях системных блоков ПК позволяет обеспечить частичное их экранирование. Однако уровень ЭМИ, распространяющегося через переднюю и заднюю панели системного блока, является значительно выше ЭМИ, проникающего через боковые поверхности, вследствие наличия отверстий в передней и задней панелях. Таким образом, пользователь ПК находится под непрерывным воздействием ЭМИ системного блока.

В соответствие с этим, разработанная конструкция устройства защиты человека от ЭМИ дисплея предлагается к совместному применению с устройством защиты, обеспечивающей ослабление ЭМВ, распространяющейся через переднюю панель системного блока [4, 5] (см. рис. 5). Устройство защиты от ЭМИ системного блока ПК закрепляется непосредственно на передней панели и позволяет обеспечить доступ к органам управления, расположенным на ней, а также подключать сменные носители информации, используя разъемы USB (при их наличии на передней панели). Для этого передняя часть разработанного устройства может быть открыта. В процессе работы системного блока положение передней панели устройства – закрытое. Для обеспечения нормального теплового режима функционирования системного блока за счет его конвективного охлаждения в конструкции устройства предусмотрен вентиляционный канал для подачи воздуха. Устройство защиты выполнено на основе композиционных материалов (порошкообразных шунгита и силикагеля) и обеспечивает подавление ЭМИ не менее 10 дБ в диапазоне частот 0,1...2 ГГц.



Рис. 5. Внешний вид совместно используемых устройств защиты человека от ЭМИ системного блока и дисплея персональных компьютеров

## Заклучение

Разработаны устройства для защиты человека от ЭМИ сотовых телефонов. Данные устройства имеют многослойную конструкцию, размер которой кратен рабочей длине волны сотового телефона, и выполняются на основе влагосодержащих капиллярно-пористых или порошкообразных материалов. Повышение эффективности устройств защиты достигается за счет использования в качестве второго слоя экрана ЭМИ металлических (алюминий) или порошкообразных (шунгит) материалов, что позволяет обеспечить ослабление ЭМИ до 30 дБ в диапазоне частот 0,3...120 ГГц при толщине материала до 5 мм. Для снижения уровней ЭМИ от базовых станций внутри помещений их оконные проемы предложено закрывать оптически прозрачными конструкциями экранов ЭМИ на основе сотового поликарбоната с жидкостным наполнителем. Применение такой конструкции позволяет обеспечить ослабление ЭМИ до 15...30 дБ в диапазоне частот 0,3...120 ГГц при толщине конструкции до 1 см.

## CONSTRUCTIONS OF DEVICES OF PROTECTION OF A HUMAN BODY FROM ELECTROMAGNETIC RADIATION

T.V. BORBOTKO

### Abstract

Constructions of devices of protection of the person from electromagnetic radiations on the basis of capillary-porous or powdery materials are developed. Possibility of their use for decrease in electromagnetic radiations of the equipment of cellular communication and personal computers is shown.

### Список литературы

1. *Т.В. Борботько, Н.В. Колбун, Л.М. Лыньков.* Антропогенные источники электромагнитного излучения. Безопасность жизнедеятельности человека. Минск, 2008.
2. *Т.В. Борботько, А.В. Гусинский, Н.В. Колбун.* Технические средства защиты информации : материалы IV Белорусско-российской науч.-техн. конф., Минск-Нарочь, 29 мая – 2 июня 2006 г. Минск, 2006. С. 85–86.
3. *N.V. Kolbun, T.V. Borbotko, A.A. Kazeka.* Proceedings of Twelfth International Workshop on New Approaches to High-Tech : Nano-Design, Technology, Computer Simulations, Minsk, 23–27 June, 2008. P. 45–49.
4. *A. Kazeka, T. Borbotko.* Proceedings of the 18th International conference Electromagnetic disturbances EMD'2008, Sept. 25–26, 2008, Vilnius, Lithuania. P. 197–198.
5. *A. Kazeka, T. Borbotko, A. Proudnik.* Proceedings of the 19th International conference Electromagnetic disturbances EMD'2009, Sept. 23–25, 2009, Bialystok, Poland. P. 94–97.